(51) Internationale Patentklassifikation 6:

A61K

A2

WO 97/17937 (11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

22. Mai 1997 (22.05.97)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE96/02181

(22) Internationales Anmeldedatum:

14. November 1996

(14.11.96)

(30) Prioritätsdaten:

195 42 838.2 196 40 630.7

17. November 1995 (17.11.95) DE

1. Oktober 1996 (01.10.96)

(71)(72) Anmelder und Erfinder:

FRANZ. Wolfgang-M.

[DE/DE]; Fasanenring 15b, D-23627 Gross Grönau (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ROTHMANN, Thomas [DE/DE]; Im Karolingerweg 11, D-69123 Heidelberg (DE). KATUS, H.A. [DE/DE]; Domhof 23, D-23909 Ratzeburg

(74) Anwalt: BARDEHLE, PAGENBERG, DOST, ALTENBURG. FROHWITTER, GEISLER & PARTNER; Galileiplatz 1, D-81679 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR. BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK. LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, ARIPO Patent (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

(54) Title: GENE-THERAPEUTIC NUCLEIC ACID CONSTRUCT, PRODUCTION OF SAME AND USE OF SAME IN THE TREATMENT OF HEART DISORDERS

(54) Bezeichnung: GENTHERAPEUTISCHES NUKLEINSÄUREKONSTRUKT, SEINE HERSTELLUNG UND VERWENDUNG ZUR BEHANDLUNG VON HERZERKRANKUNGEN

(57) Abstract

The invention relates to a gene-therapeutic nucleic acid construct containing a regulatory nucleic acid sequence of the 5'-end of the myosin light chain 2 (MLC-2) heart gene. The regulatory nucleic acid sequence in question is functionally connected to a nucleic acid which codes for a therapeutically active gene product, antisense nucleic acid or ribozyme. Also disclosed is a process for producing the construct and its use in gene therapy for treating heart disorders.

(57) Zusammenfassung

Bei der Erfindung handelt es sich um ein gentherapeutisches Nukleinsäurekonstrukt enthaltend eine regulatorische Nukleinsäuresequenz vom 5'-Ende des Myosin-Leichte-Ketten-2 Gens (MLC-2) des Herzens, die funktionell mit einer Nukleinsäure verbunden ist, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert, sowie um ein Verfahren zu dessen Herstellung und die Verwendung zur gentherapeutischen Behandlung von Herzerkrankungen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
ΛT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
ΑU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumānien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Danemark	MD -	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Gentherapeutisches Nukleinsäurekonstrukt, seine Herstellung und Verwendung zur Behandlung von Herzerkrankungen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein gentherapeutisches regulatorische eine Nukleinsäurekonstrukt enthaltend Nukleinsäuresequenz vom 5'-Ende des Myosin-Leichte-Ketten-2 funktionell mit Herzens, die (MLC-2)des Gens ein therapeutisch Nukleinsäure verbunden ist, die für wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert, sowie ein Verfahren zu dessen gentherapeutischen zur die Verwendung Herstellung und Behandlung von Herzerkrankungen.

Das Krankheitsbild der Kardiomyopathie umfaßt eine Gruppe von Herzmuskelerkrankungen, welche sich sowohl in kontraktilen in elektrophysiologischen Störungen und als auch Herzinsuffizienz letztlich zur schweren plötzlichen, elektrophysiologischen Herztod führen. Die Suche nach monogenetischen Ursachen bei familiären Formen der dilatativen und hypertrophen Kardiomyopathie ist derzeit Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. So konnten gerade in jüngster Zeit genetische Ursachen für aufgeklärt Ebene molekularer Herzmuskelerkrankungen auf werden. Beispielsweise verursacht die sogenannte Duchenne Muskeldystrophie (DMD) auch eine Kardiomyopathie. eine Erbkrankheit, die durch Mutationen und Deletionen im Dystrophingen verursacht wird. Das Dystrophingen ist auf dem

)

X-Chromosom lokalisiert und wird beim gesunden Menschen u. a. in Herzmuskelzellen exprimiert. Ferner wurde gefunden, daß bei dem chronisch congestiven Herzfehler (CHF) das Myokard 50% weniger an ß-adrenergischem Rezeptor enthält als gesundes Myokard.

Nach Identifizierung genetischer Defekte oder dem der Nachweis einer veränderten Genexpression in erkrankten Herzmuskelgeweben ergibt sich daher die Möglichkeit, Krankheiten mittels molekularbiologischer Methoden zu heilen. So stellt beispielsweise der somatische Gentransfer eine vielversprechende Methode dar, genetisch Herzmuskelerkrankungen zu behandeln.

Für den somatischen Gentransfer eignen sich verschiedene Methoden, wie z. B. der Gentransfer durch Injektion von DNA, der Liposomen-unterstützte Gentransfer oder der Gentransfer mittels retroviraler, adenoviraler oder adeno-assoziierter Vektoren. Wesentliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Gentherapie sind eine hohe Übertragungsrate, eine stabile Genexpression und vor allem die Gewebespezifität.

In der WO94/11506 wird der erfolgreiche Gentransfer und die erfolgreiche Expression eines Gens kodierend für Galaktosidase unter der Kontrolle des CMV-Promotors sowohl in Muskelzellen der Koronargefäße als Herzmuskelzellen gezeigt. Herzmuskel-spezifische Eine jedoch nicht erreicht werden. Expression konnte Beschreibung den Herzmuskelwird zwar allgemein auf spezifischen Troponin C (cTNC) Promotor hingewiesen, ohne jedoch eine herzspezifische in vivo Expression zu zeigen.

Aus Franz, W.-M. et al. (1994) Cardioscience, 5, 235-243, No. 4 ist bekannt, daß die Mikroinjektion einer nackten DNA eines Myosin-Leichte-Ketten-2(MLC-2)-Promotor-Luciferase-Fusionsgens in d n männlichen Pronukleus von fertilisierten Mausoozyten eine transgene Maus erzeugt, die eine Herzmuskelspezifische Expression des Luciferasegens besitzt.

Myosin, eine Hauptkomponente des Herzmuskels und anderer gestreifter Muskeln, besteht aus zwei schweren Ketten (MHC) und zwei Paaren von Myosin-Leichte-Ketten (MLC). Die MLC teilen sich wiederum in eine nicht-phosphorylierbare (MLC-1) phosphorylierbare (MLC-2) Form. Es Nukleinsäuresequenz regulatorische gefunden, daß die (Promotor) am 5'-Ende der MLC-2 Gene der Skelettmuskel und der Herzmuskel der Ratte unterschiedlich sind, jedoch der MLC-2 Gene der Herzmuskel der Ratte und des Huhns konserviert sind, obwohl die Ratte und das Huhn evolutionär weit getrennt sind (Henderson, S. A. et al. (1989) J. Biol. Chem., 264, 18142-18148). Lee et al. (Lee, K. J. et al. (1994) Mol. Cell.... Biol., 14, 1220-1229, No. 2) fanden nun anhand von transgenen Mäusen, daß eine Kombination von positiven (HF-1a und HF-1b) und negativen (E-Box und HF-3) regulatorischen Elementen, die Basenpaaren innerhalb 250 stromaufwärts vom von Ventrikelkammerliegen, eine Transkriptionsstartpunkt obwohl ein Erhalt der spezifische Expression verursacht, Spezifität bei einer gentherapeutischen in vivo Applikation bis heute nicht gezeigt werden konnte. Franz, W.-M. et al. (1994), supra fanden jedoch ebenso anhand von transgenen Mäusen, daß für die Herzmuskel-spezifische Expression eine die sogenannte regulatorische Sequenz, ca. 1700 Basenpaare (CSS), ein herzspezifische Sequenz Transkriptionsstartpunkt liegendes stromaufwärts vom diesen Ergebnissen notwendig ist. Aus Repressorelement, Herz-spezifischen zur man, daß der Mechanismus Expression von Genen noch nicht geklärt ist und eine Herzspezifische Expression eines Gens nach in vivo Applikation des Gens noch nicht gefunden wurde.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war daher, ein Nukleinsäurekonstrukt zu finden, das für die Gentherapie von Herzerkrankungen eine hohe Übertragungsrate, eine stabile Genexpression und vor allem eine Spezifität für Herzmuskelzellen besitzt.

1

Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher ein gentherapeutisches Nukleinsäurekonstrukt enthaltend eine regulatorische Nukleinsäuresequenz vom 5'-Ende des Myosin-Leichte-Ketten-2 Gens (MLC-2) des Herzens, vorzugsweise des Herzens eines Säugetiers, insbesondere vom Menschen oder von einem Nager, vor allem von der Ratte, die funktionell mit einer Nukleinsäure verbunden ist, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert.

Nukleinsäuresequenz im Sinne der regulatorische vorliegenden Erfindung versteht man im allgemeinen die stromaufwärts vom Transkriptionsstartpunkt (+1) des MLC-2 Gens gelegene Nukleinsäuresequenz, die die Transkription einer mit dieser Sequenz am 3'-Ende verbundenen, stromabwärts liegenden Nukleinsäuresequenz insbesondere bezüglich des Transkriptionsstartes, der Transkriptionsrate korrekten und/oder der Herzmuskel-Gewebespezifität kontrolliert, d.h. regulatorische Nukleinsäuresequenz ist mit der Nukleinsäuresequenz liegenden stromabwärts verbunden. Die Sequenz von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -800 bezogen auf den Transkriptionsstartpunkt des MLC-2 Gens des Herzens ist besonders bevorzugt (siehe Abb. 10), da es besonders überraschend war, daß ungefähr 800 Basenpaare stromaufwärts vom Transkriptionsstartpunkt ausreichend sind, um bei einer in vivo Applikation eine Herz-spezifische und insbesondere eine Herzkammer-spezifische Expression bewirken, obwohl diese Sequenz die sogenannte herzspezifische nicht enthält. Eine weitere bevorzugte Sequenz CSS Ausführungsform ist auch eine Sequenz von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -1600 und insbesondere von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -1800, vor allem von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -2100 oder von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -2700 bezogen auf den Transkriptionsstartpunkt des MLC-2 Gens des Herzens (siehe Abb. 10). Die regulatorische Nukleinsäuresequenz enthält vor allem ein oder mehrere regulatorische Elemente ausgewählt aus TATA-Box, HF-la, HF-HF-2, HF-3, E-Box, MLE1 und/oder CSS-Sequenz, 1b,

insbesondere ausgewählt aus TATA-Box, HF-1a, HF-1b, HF-2, HF-Beispielsweise liegt bei einer 3, E-Box und/oder MLE1. regulatorischen Nukleinsäuresequenz der Ratte die TATA-Box ungefähr zwischen -198 und -19, das HF-1 Element, eine konservierte 28 Basen lange Sequenz, ungefähr zwischen -72 und -45 und insbesondere das HF-1a Element ungefähr zwischen -57 und -65 und das HF-1b Element ungefähr zwischen -45 und -56, das HF-2 Element ungefähr zwischen -123 und -134, das HF-3 Element ungefähr zwischen -186 und -198, das E-Box Element ungefähr zwischen -72 und -77, das MLE1 Element ungefähr zwischen -165 und -176 und das CSS-ähnliche Element -1723 und -1686 bezogen ungefähr zwischen Transkriptionsstartpunkt des MLC-2 Gens (siehe Abb. 10). Bei dem MLC-2 Gen der Ratte liegen die regulatorischen Sequenzen TATA-Box, HF-1b Element, HF-1a Element, E-Box Element, HF-2 Element, MLE1 Element und HF-3 Element in dieser Reihenfolge stromaufwärts vom Basen innerhalb 200 der ersten Transkriptionsstartpunkt des Gens (siehe Abb. 10).

Für die herzspezifische Expression ist es bevorzugt, wenn das erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt das HF-1a Element, das HF-1b Element, das MLE1 Element und das HF-3 Element, vorzugsweise zusammen mit dem E-Box Element, insbesondere zusammen mit dem E-Box Element und/oder HF-2 Element, enthält. In jedem Fall ist es ebenso bevorzugt, wenn das erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt zusätzlich die herzspezifische Sequenz CSS enthält.

Unter einem gentherapeutischen Nukleinsäurekonstrukt im Sinne dieser Erfindung versteht man ein Nukleinsäurekonstrukt mit einer Nukleinsäuresequenz, die insbesondere eine DNA- oder einzelstängige vorzugsweise eine RNA-Sequenz, doppelsträngige, vor allem eine doppelsträngige DNA-Sequenz ist, wobei das Nukleinsäurekonstrukt als Arzneimittel für die Herzerkrankungen, von gentherapeutische Behandlung insbesondere zur Behandlung-von Herzinsuffizienz, dilatative Dystrophinopathie, Kardiomyopathie, hypertrophe Gefäßerkrankungen, Bluthochdruck, Arteriosklerose,

oder Restenose der Blutgefäße in vorteilhafterweise verwendet werden kann.

Das erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt wird vorzugsweise mit einem Virusvektor und/oder mit Liposomen kombiniert, vorzugsweise mit einem Adenovirusvektor, vor allem mit einem replikationsdefizienten Adenovirusvektor, oder Adeno-assoziierten Virusvektor, vor allem mit einem Adenoassoziierten Virusvektor. der ausschließlich aus zwei invertierten terminalen Wiederholungssequenzen (ITR) besteht, Eine besonders bevorzugte Ausführungsform vorliegenden Erfindung ist die gentechnische Verbindung des erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstruktes mit Adenovirusvektor, vor allem mit einem replikationsdefizienten Adenovirusvektor.

Ein Adenovirusvektor und insbesondere ein replikationsdefizienter Adenovirusvektor sind aus den folgenden Gründen besonders bevorzugt:

humane Adenovirus der gehört zu Klasse der doppelsträngigen DNA-Viren mit einem Genom von 36 Kilobasenpaaren (Kb). Die virale DNA kodiert für etwa 2700 verschiedene Genprodukte, wobei man frühe ("early genes") und späte ("late genes") Genprodukte in bezug adenoviralen Replikationszyklus unterscheidet. Die genes" werden in vier transkriptionelle Einheiten, E1 bis E4, unterteilt. Die späten Genprodukte kodieren die Kapsidproteine. Immunologisch können mindestens 42 verschiedene Adenoviren und die Untergruppen A-F unterschieden werden, die alle für die vorliegende Erfindung geeignet sind. Die Transkription der viralen Gene setzt die Expression der E1 Region voraus, welche Transaktivator der adenoviralen Genexpression kodiert. Diese Abhängigkeit der Expression aller nachfolgenden viralen Gene von dem El-Transaktivator kann für die Konstruktion der nicht replikationsfähigen adenoviralen Vektoren genutzt z. B. McGrory, W. J. et al. (1988) Virol. 163, 614-617 und Gluzman, Y. et al. (1982) in "Eukaryotic Viral

Vectors (Gluzman, Y. ed) 187-192, Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor, New York). In adenoviralen Vektoren, insbesondere vom Typ 5 (Sequenz siehe Chroboczek, J. et al. (1992) Virol. 186, 280-285) und vor allem von der Untergruppe C, wird im allgemeinen die E1-Genregion durch ein Fremdgen mit eigenem Promotor bzw. durch das erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt ersetzt. Durch den Austausch der E1-Genregion, welche für die Expression der nachgeschalteten adenoviralen Gene Voraussetzung ist, entsteht ein nicht replikationsfähiges Adenovirus. Diese Viren können sich dann nur in einer Zellinie vermehren, welche die fehlenden E1 Gene ersetzt.

Replikationsdefiziente Adenoviren werden daher im allgemeinen durch homologe Rekombination in der sogenannten 293 Zellinie (humane embryonale Nierenzellinie), die eine Kopie der E1 im Genom integriert hat, gebildet. Hierzu Region stabil werden unter Kontrolle eines eigenen Promotors (z.B. des mlcder vorliegenden Erfindung) Promotors gemäß Nukleinsäuresequenz (z.B. die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt gemäß der vorliegenden Erfindung oder für einen B-Galaktosidase/B-Gal) in rekombinante Marker, в. z. adenovirale Plasmide kloniert. Anschließend erfolgt die homologe Rekombination beispielsweise zwischen den Plasmiden pAd.mlc-2/ß-Gal und einem E1-defizienten adenoviralen Genom del324 (Adenovirus 5) B. d1327 oder Helferzellinie 293. Bei erfolgreicher Rekombination werden erzeugten geerntet. Die so Plaques virale replikationsdefizienten Viren werden dann in hohen Titern (beispielsweise 10^9 bis 10^{11} "plaque forming units" oder Plaque bildende Einheiten) zur Infektion der Zellkultur oder für die somatische Gentherapie eingesetzt.

Im allgemeinen ist die genaue Insertionsstelle der Fremd-DNA in das adenovirale Genom nicht kritisch. Es ist z. B. auch möglich die Fremd-DNA an die Stelle des deletierten E3 Gens zu klonieren (Karlsson, S. et al. EMBO J. 1986, 5, 2377-2385). Vorzugsweise wird jedoch die E1 Region oder Teile

ì

davon, z. B. die E1A oder E1B Region (siehe z. B. W095/00655) durch die Fremd-DNA ersetzt, vor allem wenn auch die E3 Region deletiert ist.

Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf das adenovirale Vektorsystem beschränkt, sondern auch Adeno-assoziierte Virusvektoren eignen sich in Kombination mit dem erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstrukt aus folgenden Gründen in besonderer Weise:

Das AAV Virus gehört zur Familie der Parvoviren. zeichnen sich durch ein ikosaedrisches, unbehülltes Kapsid mit einem Durchmesser von 18-30 nm aus, welches eine lineare, einzelsträngige DNA von ca. 5 kb enthält. Für eine effiziente Vermehrung von AAV ist eine Koinfektion der Wirtszelle mit erforderlich. Helferviren Als Helfer eignen beispielsweise Adenoviren (Ad5 oder Ad2), Herpesviren und Vacciniaviren (Muzyczka, N. (1992) Curr. Top. Microbiol. Immunol. 158, 97-129). In Abwesenheit eines Helfervirus geht AAV in einen Latenzzustand über, wobei das Virusgenom in der Lage ist, stabil in das Wirtszellgenom zu integrieren. Die Eigenschaft von AAV in das Wirtsgenom zu integrieren macht es Transduktionsvektor für Säugertierzellen besonders interessant. Für die Vektorfunktionen genügen im allgemeinen beiden ca. 145 bp langen invertierten terminalen Wiederholungsequenzen (ITR: inverted terminal repeats; siehe B. W095/23867). Sie tragen die in "cis" notwendigen Signale für Replikation, Verpackung und Integration in das Wirtszellgenom. Zur Verpackung in rekombinante Vektorpartikel ein Vektorplasmid, welches die Gene für strukturelle Proteine (rep-Proteine) und für strukturelle (cap-Proteine) trägt, in Adenovirus-infizierte Zellen transfiziert. Nach einigen Tagen wird ein zellfreies Lysat hergestellt, welches neben den rekombinanten Partikeln auch Adenoviren enthält. Die Adenoviren können vorteilhafterweise durch Erhitzen auf 56°C oder durch Bandieren im Cäsiumchlorid-Gradienten entfernt werden. Mit dieser Cotransfektionsmethode sind rAAV Titer von 105-106

IE/ml erzielbar. Die Kontamination durch Wildtyp Viren liegt unterhalb der Nachweisgrenze, wenn das Verpackungsplasmid und das Vektorplasmid keine überlappenden Sequenzen besitzen (Samulski, R. J. (1989) J. Virol. 63, 3822-3828).

Der Transfer von Fremdgenen in somatische Körperzellen kann durch AAV in ruhende, differenzierte Zellen erfolgen, was für die Gentherapie des Herzens besonders vorteilhaft ist. Durch erwähnte Integrationsfähigkeit kann auch anhaltende Genexpression in vivo gewährleistet werden, was wiederum besonders vorteilhaft ist. Ein weiterer Vorteil von AAV ist, daß das Virus nicht pathogen für den Menschen und Die Klonierung des -vivo ist. relativ stabil in erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstruktes in den AAV-Vektor Teilen davon erfolgt nach dem Fachmann bekannten Methoden, wie sie z. B. in der WO95/23867, bei Chiorini, J. A. et al. (1995) Human Gene Therapy 6, 1531-1541 oder Kotin, R. M. (1994) Human Gene Therapy 5, 793-801 beschrieben sind.

Sinne der weitere vorteilhafte Kombination im Eine Komplexierung die der Erfindung ist vorliegenden erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstrukte mit Liposomen, da damit eine sehr hohe Transfektionseffizienz insbesondere von Herzmuskelzellen erreicht werden kann (Felgner, P. L. et al. (1987) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 84, 7413-7417). Bei der werden kleine unilamellare aus Lipofektion Ultraschallbehandlung der kationischen Lipiden durch Liposomensuspension hergestellt. Die DNA wird ionisch auf der Oberfläche der Liposomen gebunden und zwar in einem solchen-Verhältnis, daß eine positive Nettoladung verbleibt und die Plasmid-DNA zu 100% von den Liposomen komplexiert wird. Neben eingesetzten al. (1987, supra) von Felgner et (1,2-Dioleyloxypropyl-3-trimethyl-Lipidmischungen DOTMA (Dioleoylphosphatidylethanolamin) DOPE ammoniumbromid) und Lipidformulierungen zahlreiche neue inzwischen wurden synthetisiert und auf ihre Effizienz der Transfektion verschiedener Zellinien getestet (Behr, J. P. et al. (1989) Proc. Natl. Acad. Sci USA 86, 6982-6986; Felgner, J. H. et

al. (1994) J. Biol. Chem. 269, 2550-2561; Gao, X. & Huang, L. (1991) Biochem. Biophys. Res. Commun. 179, 280-285; Zhou, X. & Huang, L. (1994) Biochim. Biophys. Acta 1189, 195-203). Beispiele der neuen Lipidformulierungen sind DOTAP N-[1-(2,3-Dioleoyloxy)propyl]-N,N,N-trimethylammoniummethylsulfat oder DOGS (TRANSFECTAM; Dioctadecylamidoglycylspermin). Ein Beispiel für die Herstellung von DNA-Liposomenkomplexen und deren erfolgreiche Anwendung in der Herz-spezifischen Transfektion ist in der DE 44 11 402 beschrieben.

Als therapeutisches Genprodukt eignen sich beispielsweise Dystrophin, der B-adrenergische Rezeptor, Stickstoffmonoxid-Synthase oder jedes andere Genprodukt, das Fehler z.B. monogenetischen komplementiert, elektrophysiologische Störungen verhindert bzw. verringert oder andere herzspezifische Krankheiten mildern bzw. heilen kann. Insbesondere ist es von Vorteil, wenn das Gen, das für das therapeutische Genprodukt kodiert (Transgen), ein oder mehrere nicht-kodierende Sequenzen einschließlich Intronsequenzen, vorzugsweise zwischen Promotor und dem Startcodon des Transgens, und/oder eine polyA Sequenz vor allem am 3'-Ende des Transgens, beispielsweise die endogene polyA Sequenz des jeweiligen Gens, vorzugsweise eine SV40 Sequenz, enthält, hierdurch eine polyA da Virus Stabilisierung der mRNA in der Herzmuskelzelle erreicht werden kann (Jackson, R. J. (1993) Cell 74, 9-14 und Palmiter, R. D. et al. (1991) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88, 478-482).

Die mit der regulatorischen Nukleinsäure des MLC-2 Gens funktionell verbundene Nukleinsäure kann jedoch nicht nur eine Nukleinsäure, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt kodiert, sein, sondern auch eine Nukleinsäure, die für eine "antisense" Nukleinsäure, vorzugsweise ein "antisense" Oligonukleotid, insbesondere ein "antisense" DNA-Oligonukleotid oder für ein Ribozym kodiert. Sowohl durch "antisense" Oligonukleotide als auch durch Ribozyme kann die Expression von Genen im Herzen spezifisch verringert bzw.

verhindert werden, wodurch eine Vielzahl von Herzspezifischen Erkrankungen, wie z. B. die Arteriosklerose oder die Restenose, aber auch Autoimmun- oder Krebserkrankungen behandelt werden können (siehe z. B. Barr, E. & Leiden, J. M. (1994) Trends Cardiovasc. Med. 4, 57-63, No. 2 und Bertrand, E. et al. (1994) Nucleic Acids Res. 22, 293-300).

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch erfindungsgemäßen Herstellung des Verfahren zur Nukleinsäurekonstruktes, wobei die oben näher beschriebene funktionell mit Nukleinsäuresequenz regulatorische die für ein therapeutisch Nukleinsäure verbunden wird, wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oderfür ein Ribozym kodiert. In einer bevorzugten Ausführungsform genannte regulatorische Nukleinsäure die Nukleinsäure, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert, entweder gleichzeitig oder hintereinander in einen der oben näher beschriebenen Virusvektoren kloniert.

Das erfindungsgemäße Verfahren erfolgt nach dem Fachmann allgemein bekannten gentechnischen Methoden (siehe z. al. (1982) Molecular cloning, A laboratory Maniatis et manual. Cold Spring Harbor Laboratory New York). Die Proteintherapeutisch Nukleinsäuresequenzen der Genprodukte sind beispielsweise über die EMBL Genbank oder jede andere öffentlich zugängliche Genbank erhältlich. Die Sequenz des MLC-2 Gens des Herzens der Ratte ist aus Henderson, S. A. et al. (1989), supra bekannt und die regulatorische Nukleinsäuresequenz des MLC-2 Gens kann der Abb. 10 entnommen werden. Ausgehend von diesen Sequenzen und der bei Henderson, S. A. et al. (1989), supra beschriebenen Methode zur Isolierung des MLC-2 Gens einschließlich der regulatorischen Sequenzen aus einer genomischen Genbank lassen sich ohne weiteres auch zu dem Rattengen homologe anderen Tieren oder dem Menschen finden. --- Sequenzen aus Insbesondere ist es möglich weitere regulatorische Sequenzen des MLC-2 Gens des Herzens in genomischen Genbanken anderer

Tiere oder des Menschen ohne unzumutbaren Aufwand zu isolieren, da, wie oben bereits erwähnt, die am 5'-Ende gelegenen regulatorischen Nukleinsäuresequenzen des MLC-2 Gens des Herzens sogar zwischen evolutionär weit entfernter Tierarten, wie z. B. der Ratte und dem Huhn, im wesentlichen konserviert sind (Henderson, S. A. et al. (1989), supra).

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren, bei dem das erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt mit Liposomen, wie z.B. in DE 44 11 402 näher beschrieben, komplexiert wird.

Ein anderer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch die Verwendung des erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstruktes zur gentherapeutischen Behandlung einer Herzerkrankung bzw. zur Herstellung eines Arzneimittels zur gentherapeutischen Behandlung einer Herzerkrankung, wobei es sich bei vorzugsweise um die Herzinsuffizienz, Herzerkrankung dilatative oder hypertrophe Kardiomyopathie, Gefäßerkrankungen, Bluthochdruck, Dystrophinopathie, Arteriosklerose, Stenose und/oder Restenose der Blutgefäße ist es vorteilhaft, handelt. Insbesondere erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt im wesentlichen in der Herzkammer (Ventrikel) wirkt.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher auch ein Arzneimittel enthaltend ein erfindungsgemäßes Nukleinsäurekonstrukt und gegebenenfalls einen pharmazeutischen Träger, der beispielsweise eine physiologische Pufferlösung, vorzugsweise mit einem pH von ungefähr 6,0 bis ungefähr 8,0, vor allem von ungefähr 6,8 bis insbesondere ungefähr 7,4 und/oder einer ungefähr 7,8, Osmolarität von ungefähr 200 bis ungefähr 400 milliosmols pro Liter (mosm/L), vorzugsweise von ungefähr 290 bis ungefähr 310 mosm/L enhält. Daneben kann der pharmazeutische Träger noch geeignete Stabilisatoren, В. auch Nukleaseinhibitoren, vorzugsweise Komplexbildner wie EDTA und/oder andere dem Fachmann bekannte Hilfsstoffe enthalten.

Die Applikation der erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstrukte gegebenenfalls in Kombination mit den oben beschriebenen erfolgt im allgemeinen oder Liposomen Virusvektoren Katheters. Hilfe eines v.), z. в. mit intravenös (i. die Vorteilhaft ist beispielsweise direkte Infusion des erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstruktes, vor allem in Form in die Koronararterien des Adenoviren, rekombinanter Patienten ("Percutaneous Coronary Gene Transfer", PCGT). Applikation der erfindungsgemäßen Insbesondere die ist in Form rekombinanter Nukleinsäurekonstrukte, vor allem Adenoviren mit Hilfe eines Ballonkatheters, wie z. B. bei -Feldman et al. (Feldman, L. J. et al. (1994) JACC 235A, 906-34) beschrieben, bevorzugt, da hierdurch die Transfektion nicht nur auf das Herz, sondern auch innerhalb des Herzens auf die Injektionsstelle begrenzt werden kann.

Die unerwarteten Vorteile der vorliegenden Erfindung liegen darin, daß das erfindungsgemäße Nukleinsäurekonstrukt bei der gentherapeutischen Behandlung von Herzerkrankungen eine hohe Übertragungsrate zeigt, in den transfizierten Zellen stabil und exprimierbar ist und vor allem seine Spezifität für verliert. ist nicht Dies Herzmuskelzellen überraschend, weil z.B. der smmhc-Promotor seine Spezifität für neonatale und adulte glatte Muskelzellen verliert (siehe Beispiel 6 unten) und ein bevorzugter mlc-2 Promotor des Nukleinsäurekonstruktes, die erfindungsgemäßen herzspezifische Sequenz CSS nicht enthält, seine Spezifität insbesondere in Verbindung mit einem Adenovirusvektor behält. Unter Spezifität im Sinne der vorliegenden Erfindung versteht man daher, daß die mlc-2 Promotor-kontrollierte Expression in Kardiomyozyten, insbesondere im Ventrikel, deutlich höher ist mlc-2 Promotor-kontrollierte die als beispielsweise allem Gefäßmuskelzellen, VOI Expression in Unterschied in der Expression ungefähr ein bis ungefähr drei, insbesondere ungefähr drei bis ungefähr sechs, vor allem ungefähr drei bis ungefähr vier Zehnerpotenzen beträgt.

daß der mlc-2 Promotor die Es war auch überraschend, Expression der Luciferase wesentlich stärker auf das Herz beschränkt als der amhc-Promotor (siehe Beispiel 10 unten). Von besonderem Vorteil ist auch, daß mit dem erfindungsgemäßen Nukleinsäurekonstrukt die herzspezifische Expression nach in vivo Applikation auf die Herzkammer (Ventrikel) beschränkt ist (siehe Beispiel 11 unten), da es hierdurch beispielsweise möglich ist, die Kontraktionskraft des Ventrikels zu steigern.

Die folgenden Abbildungen und Beispiele sollen die Erfindung näher erläutern ohne sie darauf zu beschränken.

Beschreibung der Abbildungen

Abb. 1 zeigt eine schematische Darstellung der konstruierten Plasmide pAd-Luc, pAd-rsvLuc, pAd-mlcLuc und pAd-smmhcLuc. BamHI, KpnI und HindIII bezeichnen die Restriktionsenzymschnittstellen der entsprechenden Enzyme. ITR "Inverted Terminal Repeat", Ψ die Verpackungssequenz, mlc-2 "myosin light chain"-2v-Promotor, Luciferase Luciferase-kodierende Sequenz, Ad 9.4-18 m.u. die adenovirale Sequenz von 9.4 bis 18 "map units" (1 m. u. = 360 bp) von Adenovirus Typ 5 und ori/ampR den "origin of replication" und das Ampicillin-Resistenzgen.

Abb. 2 zeigt die durch homologe Rekombination erhaltenen rekombinanten Adenoviren, die vom Adenovirus del324 abstammen, wobei das Luciferasegen in die ehemalige E1 Region kloniert wurde. Die Expression des Luciferasegens wird entweder durch den smmhc-Promotor (Ad-smmhcLuc), der für die glatte Gefäßmuskulatur spezifisch ist, den mlc-2v-Promotor (Ad-mlcLuc) für die Herzmuskel-spezifische Expression, durch den RSV Promotor (Ad-rsvLuc) als Positivkontrolle oder durch keinen Promotor (Ad-Luc) als Negativkontrolle kontrolliert. Die Abkürzungen sind analog Abb. 1.

Abb. 3A-C zeigen schematische Darstellungen der Luciferaseaktivitäten von Ad-Luc, Ad-rsvLuc Ad-mlcLuc und AdsmmhcLuc in verschiedenen Zellinien. Der dünne Strich auf jeder Säule stellt die mittlere Standardabweichung dar.

Abb. 4A-C zeigen schematische Darstellungen der Luciferaseaktivitäten von Ad-Luc, Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc in verschiedenen primären Zellgeweben. Der dünne Strich auf jeder Säule stellt die mittlere Standardabweichung der Experimente dar.

Darstellungen der die schematische Abb. 5A-C zeigen Luciferaseaktivität von Ad-Luc, Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc in rekombinanten der Injektion verschiedenen Geweben nach Adenoviren in die Herzkammer neonataler Ratten. Der dünne Strich auf jeder Säule stellt die mittlere Standardabweichung der Experimente dar.

6A und B zeigen den histologischen Nachweis der ß-Myokard nach intrakavitärer Galaktosidaseaktivität im Injektion des rekombinanten Adenovirus AD.RSVßgal. Abb. stellt eine Fotographie eines histologischen Schnittes durch 6B stellt (Injektionsstelle) dar. Abb. den Fotographie eines histologischen Schnittes durch den linken Ventrikel dar. Der Balken entspricht 100 μm.

Abb. 7A-C zeigen den Nachweis adenoviraler DNA in 12 verschiedenen Geweben nach intrakavitärer Injektion der rekombinanten Adenoviren Ad-Luc, Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc.

Abb. 7A zeigt eine Photographie eines 2,4%igen Agarosegels mit dem spezifischen 860 bp PCR Produkt, das durch Amplifikation von abnehmenden Mengen Addel324 DNA erzeugt wurde. Als Probe wurden 100 ng genomische DNA der Ratte gemicht mit Addel324 DNA eingesetzt: Spur 1: 10 pg; Spur 2: 1 pg; Spur 3: 100 fg; Spur 4: 10 fg; Spur 5: 1 fg; Spur 6; 0,1 fg; Spur 7: keine virale DNA. M entspricht einem DNA-Marker (100 bp Leiter).

Abb. 7B zeigt eine Photographie eines 2,4%igen Agarosegels mit dem spezifischen 860 bp PCR-Produkt, amplifiziert aus 100 ng genomischer DNA, welche aus den angegebenen Geweben nach intrakavitärer Injektion von Ad-Luc, Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc isoliert worden war. Ein PCR Ansatz mit 100 ng genomischer DNA der Ratte gemischt mit 1 pg Addel324 DNA diente als Positivkontrolle, ein Ansatz ohne Addel324 DNA als Negativkontrolle.

Abb. 7C zeigt einen Southern-Blot des Ad-mlcLuc infizierten Tieres gemäß Abb. 7B. Als Sonde wurde das ³²P-markierte 860 -- bp PCR Produkt aus einem Kontrollansatz verwendet.

Abb. 8A und B zeigen die Luciferaseaktivitäten der rekombinanten Adenoviren Ad-αmhcLuc (Abb. 8A) und Ad-mlcLuc (Abb. 8B) nach intrakavitärer Injektion in die linke Hauptkammer neonataler Ratten in verschiedenen Geweben.

Abb. 9A-C zeigen die Luciferaseaktivitäten der rekombinanten Adenoviren Ad-rsvLuc, Ad-mlcLuc, Ad-mhcLuc und Ad-Luc im Atrium (Abb. 9A) und im Ventrikel (Abb. 9B). Das Verhältnis der Aktivitäten im Atrium und im Ventrikel zeigt Abb. 9C. Die Säulen zeigen den Median von vier Experimenten, wobei die Punkte die Ergebnisse für die jeweiligen Versuchstiere bzw. das Verhältnis der Luciferaseaktivität im Ventrikel zum Vorhof repräsentieren.

Abb. zeigen die Nukleinsäuresequenz eines 2216 Basenpaar-langen stromaufwärts vom Transkriptionsstartpunkt (+1) gelegenen Promotors des MLC-2v Gens der Ratte. Die kodieren für Nukleinsäuren von Position 1-156 Verpackungssequenz Ψ des Adenovirus Ad5 (Position 300-456). Die Klonierungssequenz für die Restriktionsendonuklease BamHI befindet sich an Position 158-163 und für KpnI an der Position 189-194. Von Position 189-2405 befindet sich der 2216 Basenpaar-lange Promotor des MLC-2v Gens. Die CSSähnliche Sequenz befindet sich an der Position 682-724, das HF-3 Element an der Position 2207-2219, das MLE1 Element an der Position 2229-2241, das HF-2 Element an der Position 2271-2289, das E-Box Element an der Position 2328-2333, das HF-1a Element an der Position 2340-2348, das HF-1b Element an der Position 2349-2361 und der Transkriptionsstart (+1) an der Position 2406. Die Luciferase-kodierende Sequenz beginnt bei Position 2461. An der Position 1660-2406 liegt die 746 Basenpaar-lange regulatorische Sequenz des Plasmids pAdmlcLuc (siehe Beispiel 1).

Beispiele

1. Herstellung der rekombinanten Plasmide pAD-Luc, pAd-rsvLuc, pAd-mlcLuc, pAd-smmhcLuc und pAdamhcLuc

Dis Plasmide pAD-Luc, pAD-rsvLuc, pAd-mlcLuc, pAd-smmhcLuc sind Derivate des Plasmids pAdamhcLuc (Abb. 1) und pAd.RSVBgal (Stradtford-Perricaudet, L. D., J. (1992) Clin. Invest. 90, 626-630), in dem die BamHI-KpnI RSV-ßgal-Kassette B-Galaktosidase-Virus"-Promotor und Sarcoma Reportergen) gegen die Luciferase cDNA mit ihrem endogenen Polyadenylierungssignal entweder ohne Promotor (pAD-Luc), mit dem RSV-Promotor (pAD-RSV-Luc), dem mlc-2v-Promotor (pADmlcLuc), dem "smooth muscle myosin heavy chain"-Promotor (pAD-smmhcLuc) oder dem "α-myosin heavy chain"-Promotor (pADlphamhcLuc) ausgetauscht ist. Hierfür wurde das HindIII/KpnI Fragment des Plasmids pSVOAL, welches für das Luciferasegen kodiert, 5' in die HindIII/KpnI Klonierungsschnittstellen des Vektors pBluescriptSK (Stratagene) subkloniert und dadurch das Plasmid pBluescript-Luc erzeugt (Wet, J. R. et al. (1987) Das BamHI/KpnI 7, 725-735). Biol. pBluescript-Luc Subklons Luciferasefragment des anschließend in die BamHI/KpnI Schnittstellen des Plasmids Plasmid pAd-Luc kloniert und dadurch das pAD.RSV-Bgal --erzeugt. -

Für die Klonierung des Plasmids pAD-rsvLuc wurde das BamHI/HindIII RSV-Fragment (587 bp) des Plasmids pAD.RSV-ßgal in die BamHI/HindIII Schnittstellen des Subklons pBluescript-Luc kloniert und dadurch das Plasmid pBluescript-RSV-Luc erzeugt. Anschließend wurde das BamHI/KpnI RSV-Luciferase-Fragment des Plasmids pBluescript-RSV-Luc in die BamHI/KpnI Schnittstellen von pAd.RSV-ßgal kloniert und dadurch das Plasmid pAd-rsvLuc erzeugt.

Zur Herstellung des Plasmids pAD-mlcLuc wurde das BamHI/KpnI mlc-Luciferasefragment (746 Basenpaar-langer "myosin chain"-2v-Promotor gemäß Abb. 10 und 1.8 kb Luciferasegen) Plasmid pMLCL∆5' direkt BamHI/KpnI in die Schnittstellen des Plasmids pAd-RSVßgal kloniert (Henderson. S. A. et al. (1989) J. Biol. Chem. 264, 18142-18148). Hierzu wurde das mlc-2/Luciferase Fusionskontrukt an den Restriktionsenzymschnittstellen KpnI herausgeschnitten, überhängenden Enden in einer sogenannten "Klenow-Reaktion" aufgefüllt und beiden PvuII-Linker an Enden ligiert. Anschließend wurde das 4,0 kb lange mlc-2/Luciferase-DNA Fragment in Analogie zu dem rekombinanten Plasmid pAd.RSVßgal in die PvuII-Schnittstelle am 3'-Ende der 1,3 m.u. Region des Adenovirus Typ 5 (Ad 5) Genoms gekoppelt.

Zur Herstellung des Plasmids pAd-smmhcLuc wurde das 1,2 kb große BamHI/HindIII smmhc-Fragment (Kaninchen "smooth muscle myosin heavy chain" Promotor/-1225/-4) aus dem Plasmid pRBSMHC-1225ßgal (Kallmeier, R.C. et al. (1995) J. Biol. Chem. 270, 30949-30957) isoliert und in den BamHI/HindIII geöffneten Subklon pBluescript-Luc vor das Luciferasegen kloniert und dadurch der Subklon p1.2smmhcBluescript-Luc konstruiert. Das BamHI/KpnI smmhc-Luciferase-Fragment dieses Subklons wurde anschließend in die BamHI/KpnI Schnittstellen des Plasmids pAd-RSVßgal kloniert und das Plasmid pAdsmmhcLuc erzeugt.

Die Herstellung des Plasmids pAd- α mhcLuc, das den " α -myosin heavy chain"-Promotor enthält (Subramaniam, A. et al. (1991)

J. Biol. Chem., 266, 24613-24620), wurde ein 1064 bp großes BamHI/HindIII Fragment in die BamHI/HindIII Schnittstellen des Plasmids pBluescript-Luc kloniert. Anschließend wurde daraus ein BamHI/KpnI mhc-Luciferase Fragment in die BamHI/KpnI Schnittstellen des Plasmids pAd.RSV-ßgal kloniert und dadurch das Plasmid pAD-αmhcLuc erhalten.

2. Herstellung der rekombinanten Adenoviren

Die rekombinanten Adenoviren wurden nach Standardmethoden durch homologe Rekombination zwischen den Plasmiden pAd-Luc, pAd-rsvLuc, pAd-mlcLuc, pAd-smmhcLuc und pAd-amhcLuc und der genomischen DNA von Adenovirus del324 (Ad5) in 293-Zellen in vivo erzeugt (Thimmappaya, B. et al. (1982) Cell 31, 543-551 und Stradtford-Perricaudet, L. D. et al. (1992), supra und Graham, F. L. et al. (1977) J. Gen. Virol. 36, 59-74). Die rekombinanten Adenoviren besitzen eine Deletion in der E3 Region und die Transgene Luc, RSV-Luc, mlcLuc, pAd-smmhcLuc und pAd- α mhcLuc substituieren die El Region. Am Tag vor der $2x10^{6}$ 293-Zellen in eine wurden Transfektion Zellkulturschale ausplattiert. 5 µg des großen ClaI-Fragments der genomischen DNA von Addel324 wurden zusammen mit 5 μg der AatII linearisierten Plasmide pAd-Luc, pAd-RSV-Luc, nach der pAd-amhcLuc und mlcLuc, pAd-smmhcLuc Kalziumphosphatmethode in 293-Zellen kotransfiziert. Nach Überschichten mit Weichagar (1% SeaPlaque Agarose, 1xMEM, 2% FCS, 100 U/ml Penicillin, 0,1 μ g/ml Streptomycin, 2 mM L-Glutamin) und 8-10 Tagen Inkubation bei 37 OC und 5% CO2 wurden virale Plaques ausgestanzt und auf 293-Zellen klonal vermehrt. Aus 2x10⁶ vollständig infizierten 293-Zellen wurde die virale DNA der rekombinanten Viren isoliert und durch Hydrolyse mit Restriktionsendonukleasen auf die korrekte Transgens untersucht. Von den positiven Integration des eine Einzelplaquereinigung Klonen wurde erneut bevor --- sie -- in-- 293-Zellen -- für -----eine - - durchgeführt Großaufarbeitung vermehrt und durch zweimalige Caesiumwurden Chlorid-Dichtegradientenzentrifugation gereinigt

(Stradtford-Perricaudet, L. D., 1992, supra). Schließlich wurden die Viren gegen TD-Puffer (137 mM NaCl, 5 mM KCl, 0,7 mM Na_2HPO_4 , 0,5 mM $CaCl_2$, 1 mM $MgCl_2$, 10% (v/v) Glycerin, 25 mM Tris-HCl, pH 7,4) dialysiert und bei -72°C eingefroren. Zur Bestimmung der Titer der rekombinanten Adenoviren wurde Assay" unter "Plague Verwendung von 293-Zellen durchgeführt. Alle rekombinanten Adenoviren hatten einen Titer von etwa 10¹¹ "plaque forming units" (p.f.u.)/ml. Die DNA der viralen Stammlösungen wurde isoliert und durch eine Analyse mittels Restriktionsendonukleasen und PCR auf die korrekte Integration der Inserts untersucht. Ferner wurden die viralen Stammlösungen mittels PCR auf dem Wildtyp Ad-5 untersucht, wobei in 50 ng der adenoviralen DNA keine Kontamination nachweisbar war (Zang, W. W. et al. (1995) BioTechniques 18, 444-447).

3. Luciferase-Bestimmung

Für die in vitro Studien wurden die Zellen 48 Stunden nach Infektion geerntet. Anschließend wurde die Luciferaseaktivität in Proteinextrakten nach etablierten Transilluminometer Protokollen mittels Lumat LB(Bertold, Wildbad) bestimmt (Ausubel, F. M. et al. Current Protocols in Molecular Biology. Greene and Wiley, New York). Die Proteinkonzentration der Lysate wurde Bradford (1976) bestimmt (BioRad, München). Luciferaseaktivität wurde in pg Luciferase pro µg Protein umgerechnet (Krougliak, V. & Graham, F. L. (1995) Hum. Gene Ther. 6, 1575-1586 und Franz, W. M. et al. (1993) Circ. Res. 73, 629-638).

Für die in vivo Studien wurden die Ratten 5 Tage nach Injektion dekapitiert. Zwölf verschiedene Gewebe (Interkostalmuskel, Herz, Thymus, Lunge, Diaphragma, Bauchmuskel, Leber, Magen, Milz, Nieren, Quadriceps femoris, Gehirn) wurden entnommen und sofort in flüssigem Stickstoff eingefroren. Anschließend wurden die Gewebeproben gewogen, in

200 μ l Lysepuffer (1% (v/v) Triton X-100, 1 mM DTT, 100 mM aufgenommen, in einem 7,8) Kaliumphosphat рH Glashomogenisator aufgeschlossen und für 15 Minuten bei 4°C in einer Kühlzentrifuge zentrifugiert. Der Überstand wurde für die Luciferase-Bestimmung eingesetzt (Acsadi, G. et al. (1994) Hum. Mol. Gen. 3, 579-584 und Ausubel, F. M. (1989), supra). Hierzu wurden die Substrate Luciferin und ATP hinzugegeben und die Lichtemission, die proportional zu der Luciferaseaktivität ist, bei 560 nm photometrisch in einem Transilluminometer gemessen. Die Luciferaseaktivität wurde in "relative light units" (RLU)/mg Gewebe-Naßgewicht nach Abzug der Hintergrundsaktivität, die für die verschiedenen Gewebe in nicht-infizierten Tieren ermittelt wurde, angegeben.

4. ß-Galaktosidase-Bestimmung

Die Herzen neonataler Ratten wurden in Stickstoff-gekühltem Isopentan eingefroren und bei -70 °C gelagert. Das Herzgewebe wurde in O. C. T. (Tissue Tek, Miles, USA) Einfriermedium eingebettet und 10 μm Gewebeschnitte mit einem Kryostat (Frigocut 2800 E, Leica) angefertigt. Anschließend wurden die Schnitte 10 Minuten in Lösung A fixiert (PBS, 0,2% (V/V) Glutaraldehyd, 5 mM EDTA, 2 mM MgCl₂), 3x10 Minuten mit Lösung B gewaschen (PBS, 0,01% (v/v) Natrium-Desoxycholat, 0,02% (v/v) Nonidet P40, 5 mM EDTA, 2 mM MgCl₂) und über Nacht bei 37 $^{\rm O}$ C in Lösung C gefärbt (Lösung B + 1 mg/ml X-Gal, 5 mM K_3 Fe(CN)₆, 5 mM K_4 Fe(CN)₆). Anschließend wurde einmal mit Lösung B und einmal mit destilliertem Wasser für Eine schwache Gegenfärbung Minuten gewaschen. Hämatoxylin und Eosin sowie das Dehydrieren und Einbetten der Proben erfolgte nach Standardprotokollen (Gossler, A. & Zachgo, J. (1993) "Gene and enhancer trap screens in ES cell chimeras" in Joyner, A. L. (ed.) Gene Targeting, Oxford University Press, 181-225).

1

5. Nachweis adenoviraler DNA mit Hilfe der PCR-Methode

Parallel zu den Luciferase-Bestimmungen gemäß Beispiel wurde die genomische DNA den aus Sedimenten Gewebehomogenate der mit Adenoviren infizierten neonatalen Ratten unter Verwendung des QIAamp Tissue Kit (Fa. Quiagen, Hilden) nach Herstellerangaben extrahiert. Jeweils zwei der mit Ad-Luc, Ad-RSV-Luc und Ad-mlcLuc infizierten Tiere wurden auf die Gewebeverteilung der injizierten Viren durch die PCR (Polymerasekettenreaktion) zum Nachweis der adenoviralen DNA untersucht (Zhang, W. W. (1995) BioTechniques 18, 444-447). Hierzu wurden 100 ng genomische DNA als Probe zusammen mit 40 ng der Oligonukleotide E2B-1 und E2B-2 und 1,25 U Polymerase von Promega in einem Reaktionsvolumen von 25 μ l eingesetzt. Die Gelelektrophorese des spezifischen PCR Produktes ergab eine 860 bp Bande.

Die Sensitivität der PCR wurde in Vorversuchen bestimmt. Hierzu wurden 100 ng genomische DNA einer nicht infizierten Ratte mit abnehmenden Mengen Addel324 DNA gemischt und in einer PCR-Reaktion als Probe eingesetzt. Um die Sensitivität des Nachweises der PCR zu erhöhen, wurden die PCR Produkte GeneScreenPlus Nylonmembran (NEN, Massachusetts) durch Kapillarblot transferiert anschließend durch Southernblot-Hybridisierung nachgewiesen (Ausubel, F. M. et al. (1989), supra). Als Sonde wurde das durch PCR amplifizierte adenovirale 860 bp DNA-Fragment der Positivkontrolle eingesetzt. Das PCR-Produkt wurde aus dem Gel gereinigt und durch "random hexanucleotide prime" mit 32p radioaktiv markiert und als Probe für die Hybridisierung verwendet. Die Sensitivität des PCR-Nachweises konnte auf diese Weise um den Faktor 10 bis 100 verbessert werden.

6. Infektion von Zellinien (in vitro)

A10- (glatte Muskel-Zellinie der Ratte), H9c2- ((Herzmyoblasten-Zellinie der Ratte) und HeLa- (menschliche

in "Dulbecco's Zellen wurden Zervixkarzinom-Zellinie) 293-Zellen in MEM (DMEM), medium" Eagle's modified komplementiert, mit 10% fötalem Kälberserum (FCS), 100 U/ml Penicillin, 0,1 μ g/ml Streptomycin und 2 mM L-Glutamin kultiviert. Einen Tag vor der Infektion wurden 1x10⁵ Zellen der etablierten Zellinien H9c2, A10 und HeLa in Triplika auf "12 well" Kulturschalen ausplattiert. Die Zellen wurden in jeweiligen serumfreien Mediums, das des 0,2 ml rekombinanten Adenoviren Ad-Luc, Ad-RSVLuc, Ad-mlcLuc und AdsmmhcLuc in einer "multiplicity of infection " (m. o. i.) von enthielt inkubiert (10 Viren/Zelle). Nach 1 Inkubation bei 37 Oc mit leichtem Schwänken wurden alle 15 Minuten 2 ml des jeweiligen komplettierten Mediums zugegeben. Alle Infektionsexperimente wurden 4mal wiederholt. Drei Tage nach den Infektionen wurden die Luciferase-Aktivitäten, wie oben beschrieben, gemessen.

Die Ergebnisse der Experimente sind schematisch in der Abb. 3 dargestellt. Man erkennt, daß bei allen untersuchten Zellinien die Luciferaseaktivität des Adenovirus Ad-mlcLuc geringer ist als die negative Kontrolle mit dem promotorlosen Adenovirus Ad-Luc. Ad-smmhcLuc zeigt in der HeLa-Zellinie eine erhöhte Aktivität und Ad-rsvLuc zeigt als positive Kontrolle in allen untersuchten Zellinien die höchste Luciferaseaktivität.

7. Infektion von primären Zellen in Gewebekultur (in vitro)

Primäre neonatale Rattenkardiomyozyten von 2 bis 3 Tage alten Tieren wurden wie von Sen, A. et al. (1988) J. Biol. Chem. 263, 19132-19136 beschrieben, präpariert und kultiviert. Einen Tag vor der Infektion wurden 2x10⁵ frisch präparierte neonatale Kardiomyozyten in Triplika auf "12 well" Kulturschalen ausplattiert. Die Zellen wurden in 0,2 ml des jeweiligen serumfreien Mediums, das die rekombinanten Adenoviren Ad-Luc, Ad-RSVLuc, Ad-mlcLuc und Ad-smmhcLuc in einer "multiplicity of infection" (m. o. i.) von 10 enthielt

inkubiert (10 Viren/Zelle). Nach 1 Stunde Inkubation bei 37 ^OC unter leichtem Schwänken wurden alle 15 Minuten 2 ml des jeweiligen komplettierten Mediums zugegeben. Alle Infektionsexperimente wurden 4mal wiederholt. In analoger Weise wurden primäre neonatale und adulte glatte Muskelzellen der Ratte infiziert.

Die Ergebnisse der Experimente sind schematisch in der Abb. 4 dargestellt. Man erkennt, daß nur in neonatalen Kardiomyocyten die Luciferaseaktivität des rekombinanten Adenovirus Ad-mlcLuc höher ist als die negative Kontrolle mit dem Adenovirus Ad-Luc, jedoch geringer als die positive Kontrolle mit dem Adenovirus Ad-rsvLuc, aber 300-900mal höher als in glatten Gefäßmuskelzellen. Man erkennt ferner, daß die Luciferaseaktivität von Ad-mlcLuc 129mal höher ist als die von Ad-smmhcLuc. Daraus folgt, daß der mlc-2 Promotor in neonatalen Kardiomyozyten aktiv ist, während die erwartete Aktivität des smmhc-Promotors in neonatalen und adulten glatten Muskelzellen ausblieb.

8. Intracavitäre Injektion rekombinanter Adenoviren in die linke Herzhöhle von neonatalen Ratten

Alle Injektionen wurden an spezifisch pathogenfreien 2-3 Tage alten Spraque Dawley Ratten (CRWiga, Sulzfeld) durchgeführt. Vor den Injektionen wurden die neonatalen Ratten durch 3-5 minütiger Inhalation mit Methoxyfluran (Metofane, Jannssen GmbH) narkotisiert. 2x10⁹ "plaque forming units" (p.f.u.) der rekombinanten Adenoviren Ad-Luc, Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc wurden in einem Volumen von 20 $\mu 1$ mittels Tuberkulinspritze (27,5)injiziert. gauge) Die erfolgte durch direkte Punktion der Herzkammer durch den Brustkorb lateral im 4. Interkostalraum. Durch Aspiration von Herzblut sichergestellt, wurde daß die intrakavitär positioniert war. Eine langsame Injektion der (20 µl/min) wurde durch einen Aufsatz Tuberkulinspritzen erreicht. Die Injektion der rekombinanten Adenoviren in Quadriceps femoris wurde entsprechend durchgeführt.

Fünf Tage nach der Injektion wurde die Luciferaseaktivtät in zwölf verschiedenen Geweben (Interkostalmuskel, Herz, Thymus, Lunge , Diaphragma, Bauchmuskel, Leber, Magen, Milz, Niere, Gehirn und Quadriceps femoris) bestimmt. Die ermittelte RLU/mg Gewebe wird in Abb. Luciferaseaktivität in zusammengefaßt. Adenovirus AD-mlcLuc, der den Herzmuskel-Promotor zeigte trägt, mlc-2v Luciferaseaktivität, die auf den Herzmuskel beschränkt blieb 5c). Die Injektion der Positivkontrolle Ad-rsvLuc ----zeigte die höchste Luciferaseaktivität im Interkostalmuskel, im Herzen und eine starke Luciferaseaktivität in der Lunge, Thymus und Diaphragma (Abb. 5b). Im Ad-Luc injizierten Tier wurde eine geringe Luciferaseaktivität im Interkostalmuskel, Herz, Thymus und Diaphragma gemessen (Abb. 5a). Im Herzen war die Ad-mlcLuc induzierte Luciferaseaktivität 17 mal höher als Geweben die in allen anderen die von Ad-Luc, während Luciferaseaktivität von Ad-Luc und Ad-mlcLuc vergleichbar stark war. Damit wurde gezeigt, daß Ad-mlcLuc spezifisch im Herzen aktiv ist.

Die Verteilung infizierter Herzmuskelzellen nach Injektion von Adenoviren in die Herzkammer neonataler Ratten wurde in rekombinanten Injektion des Vorexperimenten durch die Adenovirus Ad-rsvßgal zusätzlich überprüft. Das rekombinante Adenovirus Ad-rsvßgal exprimiert die ß-Galaktosidase als Reportergen unter Kontrolle des "Rous Sarcoma Virus" (rsv) Promotors. Fünf Tage nach der Injektion erfolgte die Sektion des Tieres und die Expression der ß-Galaktosidase wurde nach histologischen Transgens bestimmt. In den Färbung des Schnitten sind infizierte Zellen durch Blaufärbung des Kerns myokardialen Hälfte der erkennen. Etwa die zu Galaktoseaktivität zeigte sich im Bereich der Einstichstelle -in die Herzkammer. Entlang des Kanals der Injektionsnadel allen Kardiomyozyten fast sich in Galaktosidaseaktivität (Abb. 6a), wohingegen im restlichen

Myokard die Anzahl der infizierten Kardiomyozyten gering war (Abb. 6b).

9. Injektion rekombinanter Adenoviren in die Oberschenkelmuskulatur neonataler Ratten

Um die Aktivität des mlc-2v Promotors im Skelettmuskel zu untersuchen, wurden 20 µl mit 2x10⁹ "plaque forming units" (p.f.u.) der drei rekombinanten Adenoviren Ad-Luc, Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc in den rechten Oberschenkelmuskel Quadriceps femoris neonataler Ratten injiziert. Fünf Tage nach der Injektion wurde die Luciferaseaktivität bestimmt. Ad-Luc und Ad-mlcLuc zeigten vergleichbar geringe Luciferaseaktivitäten (RLU/mg Gewebe) im injizierten Muskel, während Ad-rsvLuc sehr stark aktiv war (Tab. 1). Die Luciferaseaktivität, erzielt durch Ad-mlcLuc, betrug 0,05% der Luciferaseaktivität von Ad-rsvLuc. Diese Daten zeigen, daß Ad-mlcLuc im Skelettmuskel nicht aktiv ist und bestätigen die Herzmuskel-spezifische Genexpression durch den rekombinanten Adenovirus Ad-mlcLuc.

	Ad-Luc	Ad-rsvLuc	Ad-mlcLuc
RLUx10 ⁻³ /mg	3,4+/-1,2	5670+/-3239	2,8+/-1,8

Tab. 1

10. Nachweis adenoviraler DNA in Geweben nach Injektion rekombinanter Adenoviren in die Herzkammer

Um das Ausmaß der Infektion von Nicht-Herzgewebe nach Injektion der rekombinanten Adenoviren in die Herzkammer zu bestimmen, wurde die genomische DNA aus 12 Geweben (Interkostalmuskel, Herz, Thymus, Lunge, Diaphragma, Bauchmuskel, Leber, Magen, Milz, Niere, Gehirn, Quadriceps

femoris) isoliert und die Präsenz der adenoviralen DNA in diesen Geweben durch die PCR bestimmt. Es wurden die Gewebe Ad-rsvLuc und Ad-mlcLuc jeweils zwei mit Ad-Luc, infizierten Tieren untersucht. In Vorexperimenten wurde die Sensitivität des Nachweises adenoviraler DNA bestimmt, indem 100 ng genomischer DNA von nicht infizierten Ratten mit abnehmenden Mengen adenoviraler DNA Addel324 (von 10 pg bis 0,1 fg) vermischt und anschließend mittels PCR untersucht wurden. Hierbei zeigte sich, daß 10 fg der adenoviralen DNA Addel324 in 100 ng genomischer DNA nicht infizierter Tiere Dies entspricht 0,017 noch nachgewiesen werden konnten. adenoviralen Genomen pro Zelle (Abb. 7A). In mit Adenovirus infizierten Tieren wurde die virale DNA regelmäßig Interkostalmuskel, Herz, Thymus, Lunge, Diaphragma und Leber nachgewiesen (Abb. 4B). Um die Sensitivität des Nachweises der adenoviralen DNA zu steigern, wurden die PCR-Produkte auf Southern-Blotdurch Nylon-Membran überführt und Hybridisierung nachgewiesen. Dies zeigte, daß die adenovirale DNA in geringeren Mengen auch in den anderen Geweben mit einzelnen Unterschieden zwischen den nachgewiesen werden kann. In Abb. 4C wird ein repräsentativer Southern-Blot für ein Ad-mlcLuc injiziertes Tier gezeigt.

Die beschriebenen Experimente zeigen, daß die Genexpression des rekombinanten Adenovirus Ad-mlcLuc auf den Hermuskelspezifischen mlc-2v Promotor und nicht auf eine lokal erhöhte Viruskonzentration zurückzuführen ist.

11. Vergleich der spezifischen Aktivität des mlc-Promotors mit dem αmhc-Promotor

Nach intrakavitärer Injektion von ca. 2x10⁹ "plaque forming units" der rekombinanten Adenoviren Ad-αmhcLuc (Abb. 8A) und Ad-mlcLuc (Abb. 8B) in die linke Hauptkammer neonataler Ratten konnte für beide Adenoviren die höchste Luciferaseaktivität im Herzen nachgewiesen werden. Jedoch ist der rekombinante Adenovirus Ad-mlcLuc 3-4 mal aktiver im

Herzen als Ad-mhcLuc. Zudem ist der rekombinante Adenovirus Ad-mhcLuc in der Niere, der Milz, der Leber, der Diaphragma, der Lunge und dem Intercostalmuskel aktiver als Ad-mlcLuc. Daraus folgt, daß der mlc-2 Promotor im adenoviralen Vektorsystem die Expression der Luciferase wesentlich stärker auf das Herz beschränkt als der α mhc-Promotor und zusätzlich ist der mlc-2 Promotor im Herzen 3-4mal aktiver als der α mhc-Promotor.

12. Nachweis der Ventrikel-spezifischen Expression

-2x10⁹ "plaque forming units" der rekombinanten Adenoviren AdrsvLuc, Ad-mlcLuc, Ad-mhcLuc und Ad-Luc wurden in einem Volumen von 20-40 µl in den linken Ventrikel neonataler Ratten injiziert. Die Gewebe wurden fünf Tage nach der analysiert. In vier unabhängigen Experimenten konnte gezeigt werden, daß nur für den rekombinanten Adenovirus Ad-mlcLuc eine auf den Ventrikel beschränkte Genexpression gemessen werden kann (Abb. 9). Das Verhältnis der Luciferaseaktivität von Ad-mlcLuc im Ventrikel zum Atrium betrug ca. 30, während es für alle anderen Viren das 1-2fache betrug (Abb. 9C).

Patentansprüche

- 1. Gentherapeutisches Nukleinsäurekonstrukt enthaltend eine regulatorische Nukleinsäuresequenz vom 5'-Ende des Myosin-Leichte-Ketten-2 Gens (MLC-2) des Herzens, die funktionell mit einer Nukleinsäure verbunden ist, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert.
- Anspruch dadurch 1. 2. Nukleinsäurekonstrukt nach die genannte regulatorische daß gekennzeichnet, eines Säugetiers, Nukleinsäuresequenz VOM Herzen insbesondere vom Menschen oder von einem Nager, vor allem von einer Ratte abstammen.
- Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 1 oder 2, dadurch 3. die genannte regulatorische daß gekennzeichnet, den die Nukleinsäuren von Nukleinsäuresequenz Positionen von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -800, vor allem von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -1600 und insbesondere von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -1800, vor allem von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -2100 oder von ungefähr +18 bis -19 bis ungefähr -2700 bezogen auf den Transkriptionsstartpunkt des Myosin-Leichte-Ketten-2 Gens (MLC-2) des Herzens umfassen.
- Nukleinsäurekonstrukt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 4. dadurch gekennzeichnet, daß die genannte regulatorische Nukleinsäuresequenz das HF-1a Element, das HF-1b HF-3 Element und das Element, das MLE1 umfassen.
- 4, dadurch Anspruch 5. Nukleinsäurekonstrukt nach genannte regulatorische gekennzeichnet, daß die das E-Box Element zusätzlich Nukleinsäuresequenz und/oder das HF-2 Element umfassen.

- 6. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte regulatorische Nukleinsäuresequenz zusätzlich die CSS Sequenz umfaßt.
- 7. Nukleinsäurekonstrukt nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäuresequenz eine DNA- oder RNA-Sequenz, vorzugsweise eine DNA- Sequenz ist.
- 8. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte DNA- oder RNA-Sequenz in einem Virusvektor enthalten ist.
- 9. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte DNA-Sequenz in einem Adenovirusvektor oder Adeno-assoziierten Virusvektor, vorzugsweise in einem Adenovirusvektor enthalten ist.
- 10. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Adenovirusvektor ein replikationsdefizienter Adenovirusvektor ist.
- 11. Nukleinsäurekonstrukt nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Adeno-assoziierte Virusvektor ausschließlich aus zwei invertierten terminalen Wiederholungssequenzen (ITR) besteht.
- Nukleinsäurekonstrukt nach einem der Ansprüche 1-11, 12. therapeutische dadurch gekennzeichnet, daß das Genprodukt ausgewählt ist aus Dystrophin, Stickstoffmonoxidadrenergischer Rezeptor oder Synthase.
- 13. Nukleinsäurekonstrukt nach einem der Ansprüche 1-12, dadurch gekennzeichnet, daß die Nukleinsäure, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt kodiert, eine oder mehrere nicht-kodierende Sequenzen und/oder eine polyA Sequenz enthält.

- 14. Verfahren zur Herstellung eines Nukleinsäurekonstruktes gemäß einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte regulatorische Nukleinsäuresequenz funktionell mit einer Nukleinsäure verbunden wird, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert.
- 15. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Nukleinsäuresequenz zusätzlich in einen Virusvektor gemäß einem der Ansprüche 8-11 kloniert wird und/oder mit Liposomen komplexiert wird.
- 16. Verwendung eines Nukleinsäurekontruktes gemäß einem der Ansprüche 1-13 zur Herstellung eines Arzneimittels zur gentherapeutischen Behandlung einer Herzerkrankung.
- Verwendung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, 17. Herzerkrankung sich bei der die es daß dilatative oder hypertrophe Herzinsuffizienz, Kardiomyopathie, Dystrophinopathie, Gefäßerkrankungen, und/oder Stenose Arteriosklerose, Bluthochdruck, Restenose der Blutgefäße handelt.
- 18. Verwendung nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Arzneimittel im wesentlichen in der Herzkammer wirkt.
- 19. Arzneimittel enthaltend ein Nukleinsäurekonstrukt gemäß einem der Ansprüche 1-13 und gegebenenfalls einen pharmazeutisch annehmbaren Träger.

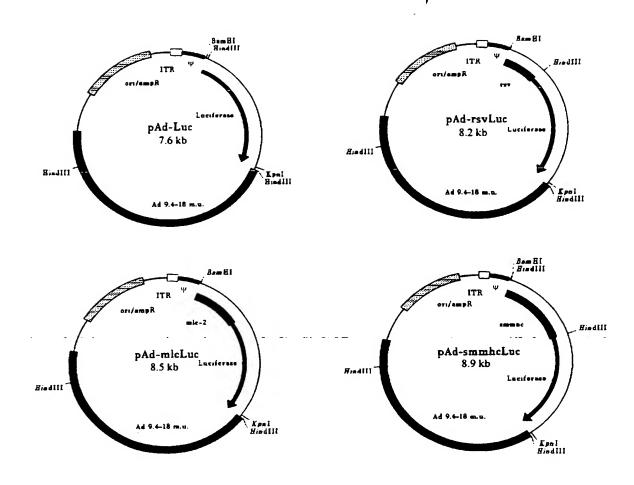


Abb. 1

2/12

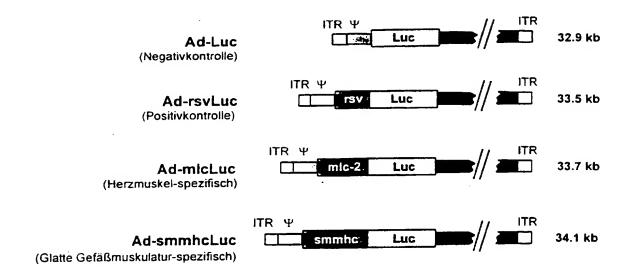
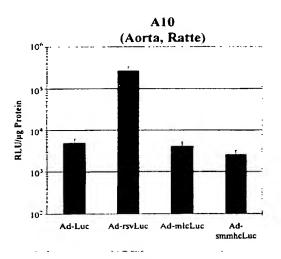
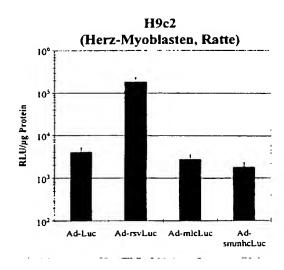


Abb. 2





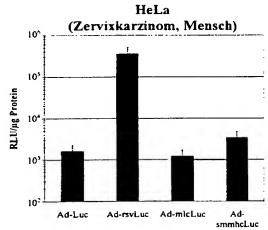
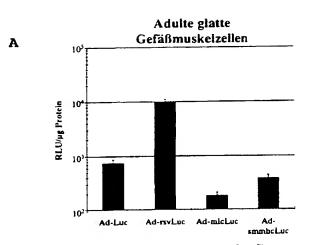
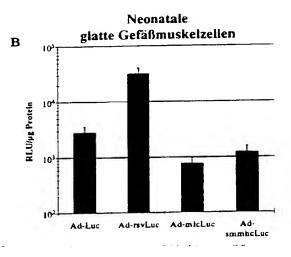


Abb. 3





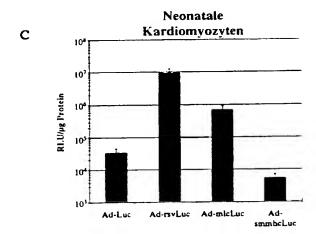
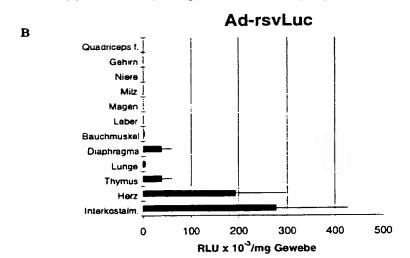


Abb. 4

5/12

Ad-Luc A Quadriceps 1. Gehirn j Niere Milz ! Magen I Leber 1 Bauchmuskel Diaphragma 🎩 Lunge 1 Thymus ! Herz = Interkostaim. 40 20 30 10 0 RLU x 10⁻³/mq Gewebe



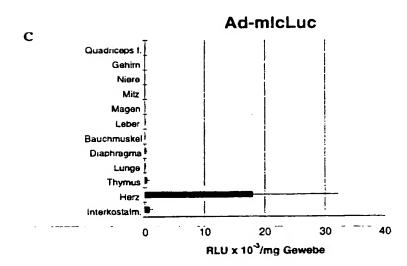
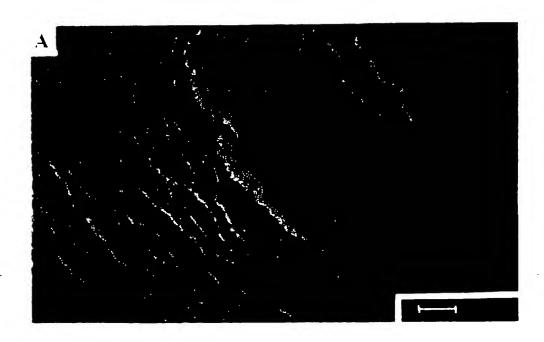


Abb. 5



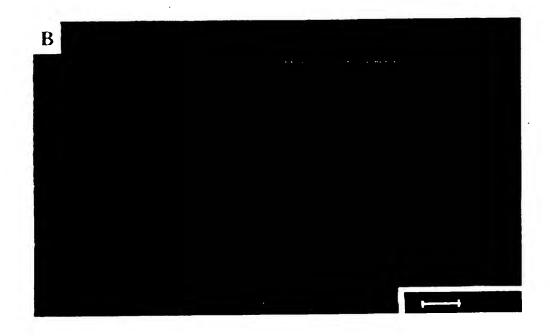


Abb. 6

WO 97/17937 PCT/DE96/02181

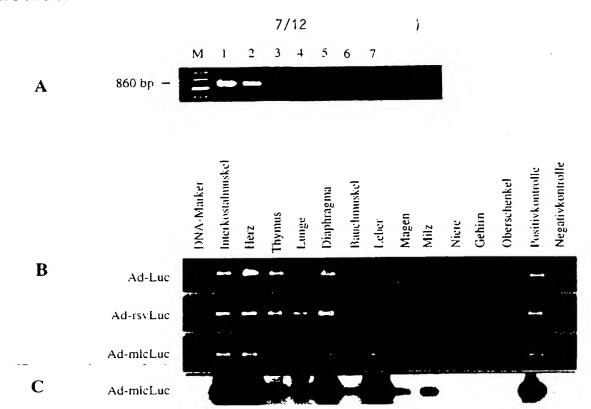
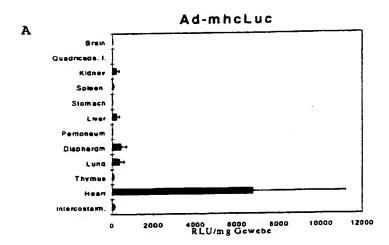


Abb. 7....



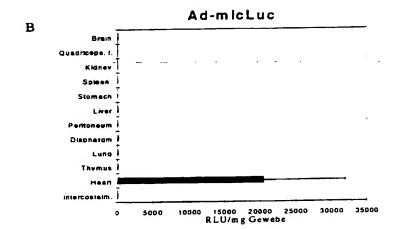
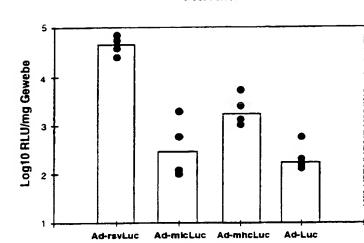


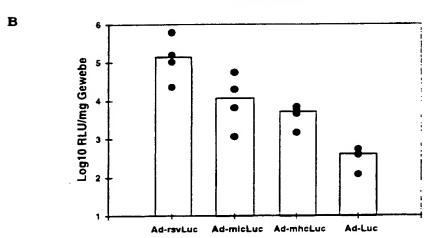
Abb. 8

A





Ventrikel



Ventrikel/Atrium

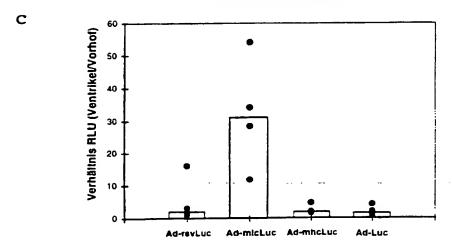


Abb. 9

GAAGTGAAAT	CTGAATAATT	TTGTGTTACT	CATAGCGCGT	AATATTTGTC	50
TAGGGCCGCG	GGACTTTGAC	CGTTTACGTG	GAGACTCGCC	CAGGTGTTTT	100
TCTCAGGTGT	TTTCCGCGTT	CCGGGTCAAA		oackungsse- TATTATTATA	150
quenz¦ Bar GTCAG <u>G</u> G <u>GGA</u>	nHI TCCGGAATTC	TTGAAGACGA		onI TACCCAGGAC	200
TGATTCTCGG	AAAGTTCTAG	GCTGCAGAAA	TCTCACACGC	ACAAGAGTTT	250
GGAGTCACAG	GATGGGTGTC	CGCCAAGAGC	CTAGGGACAG	AACGTTGTCA	300
GCCCCTGTGC	CCGGACCCTG	TGGACTGTGA	GAAGAGCAGA	GTCCCACCCC	350
CAGGCCTTCT	TAGACCCACC	CCGGGTTTTC	CCAGCATCCT	TCCTGCAGGA	400
CCGGACCCCT	GGCTGAAAGT	ACAGAAACCC	TAGAGTCTGC	AGCCCATGTG	450
GCTGGGCCGC	CATGTTTCCA	GAATCCTCTG	GTCTAAGGAT	CCAGACCTCT	500
TACGGAGCCC	AACAGCTCAA	GGGACAGTTA	GCATGTTCAT	GTGTACTGGG	550
AGGAGCAGGA	GCCAACAGAG	GTCATGAAGA	TCCACAGGGG	CTCCGGTTCC	600
GAGGCCCTTG	GGTTTTATCA	CCAAATGTTT	CCCACCCAGC	AACATAAAAC	650
AGCTCCTCAG	ACAGCGCAGT	GGACCAGTGG		-ähnliche CAGATCACCT	700
Sequer CTGTGGGCCC	nz AGACTCATAG	TAACCTCTAA	CCTCAATCTC	CAGCCTCCCA	750
CAGTCATTGT	CGGTCACCTT	GTTTCTCAGC	CACCACACTT	GGCAAGTCAC	800
GTGTGCCTCA	ACACAATCTT	CAGAAGCCAG	GGGGATGGGG	TTTTGTTTAA	850
CTGATGGGTG	TTTTGTTTTG	TTTTGTTTCA	TTAACTGTCA	CGTAGCCCAG	900
GCTAGCCTTG	AACTCACTAT	GTAGGCAAGC	ATGACCATGA	ACTTCTGATC	950
Abb. 10A					

CTCCTTCCTC	AGTGTCCTGG	GATAACAGGT	GTGTGTCACT	CCCTACCCTT	1000
CTAATAGCAA	TATGTGGCCA	CATGTTTGTG	CCCCACAGGT	TGAGACCATC	1050
TTGACCTGAG	GAAGAAATAG	CTAACACTCA	CCTCCTGAAG	GTTGCCTGGA	1100
TCTCGTCTTT	GTCTTTCCAG	CACTCAGGAG	TGGGGGGGTC	AGAAGTGCAA	1150
AGTCAGCCCC	TGCTACATAA	TGAGTTCAAG	GCTCGCCTGG	GCTACATGAG	1200
ACCATGCCTC	AAAAAGAAAA	GGAATTGGTA	TAGTGACATA	CTCTGGTCCT	1250
CCCAGTACTT	AGGGACACAG	AGGCCACTCC	ACCACCATCT	CCAGCAGCTG	1300
GCCTGCCTCC	CCGAGCCTCG	TTTATTTCAT	ATCAATGAGA	TGGGGACCCA	1350
ACTGCTAAGG	TGACCTTGCA	CCCACGGGGT	GACTGGAGAC	TTGAGAGTGG	1400
AGGGTTTATC	ATTTCTCCAG	TCGGTCAGCA	AGTGGTCGCC	GCCAAGAAGG	1450
TTTTGAGTTC	AAAGTAGAAG	ATGGGACAGG	GAGAGACCAG	CGAGAAGACC	1500
CCACCCTGGA	GCTGACTGTC	CCTGTGCGGC	TGGGTGGGGA	CACAAAGCAG	1550
AGAAGCAGAG	GCAGAGAACA	AGGGTGGGTG	ACATTTGAGC	AAGGATGGGG	1600
GTGTGCCAGA	GGCTGCCCAA	GATGCATAGG	TGCAAAGGCC	CTGAGGTTCG	1650
AGGATGCCTG	GATCCGGAAT	CAAAGCTCAG	GCTCCTCCCT	CTTCCTCCTC	1700
CTCCTCTGCC	CCCTCCTCCT	CCTCTGCCCC	CTCTTCCTCC	TCTGCCCCCT	1750
CTTCTTCCTC	CTCCTCTTCC	TCCTCCCCTC	CTCATCTACC	TCCTTCTCCT	1800
CCTCCTCCCC	CTCCTCTTCC	TCCTCTGCCC	CCTCTTCCTC	CTCCTCCTCT	1850
TCCTCCTCCT	CTTCCTCCTC	CCCTCCTCAT	CTACCTCCTT	CTCCTCCTCC	1900
Abb. 10B					

TCCCCCTCCT	CTTCCTCCTC	TGCCCCCTCT	TCCTCCTCTG	CCCCTCTTCC	1950
TCCTCCTCCT	CTTCCTCCTC	TGCCCCTCC	TCCCCCTCCT	CTTCCTCTTC	2000
CTCCTCCCCT	CCTCATCTAC	CTCCTTCTCT	TCCTCCTCTT	CTTCCTCCTC	2050
TTTCTCCTCC	TCCTCCCTCT	CCTCTTCCTC	CTCCTCTTCT	TTCTCCTCCT	2100
CCTCTTCCTC	CCCCTCCCCT	TCCTGGGTTA	CTTTTCCCCA	TTAGACAATG	2150
GCAGGACCCA	GAGCACAGAG	CATCGTTCCC	AGGCCAGGCC	CCAGCCACTG	2200
	3 Element CTTGAAGGCA		LE1 Element TCACGTGTCC	ACCCAGGCGG	2250
GTGTCGGACT	TTGAACGGCT	HF-2 E		TGGGGTGGGG	2300
GGGCTTAGGT	GGCCTCTGCC		Box CTGCCAAAAG	HF-1a HF- TGGTCATGGG	2350
1b Element GTTATTTTA	<u>A</u> CCCCAGGGA	AGAGGTATTT	ATTGTTCCAC	AGCAGGGGCC	2400
+1 GGCCAGCAGG	CTCCTTGAAT	TCGACCCCTT	CGAGCTTGGC	ATTCCGGTAC	2450
TGTTGGTAAA	Luciferas ATGGAAGACG	se-kodierend CCAAAAACAT	le Sequenz AAAGAAAGGC	 CCGGCGCCAT	2500
TCTATCCTCT	AGAGGATGGA	ACCGCTGGAG	AGCAACTGCA	TAAGGCTATG	2550
AAGAGATACG	CCCTGGTTCC	TGGAACAATT	GCTTTTACAG	ATGCACATAT	2600
CGAGGTGAAC	ATCACGTTCG	CGGAATACTT	CGAAATGTCC	GTTTCGGTTG	2650
GCAGAAGCTA	TGAAACGATA	TGGGCTGAAT	ACAAATCACA	GAATCGTCGT	2700
ATGCAGTGAA	AACTCTCTTT	CAATTCTTTA	TGCCGGTGTT	GGGCCCGTTA	2750
TTTATCCGGA	GTTGCAGTTG	CCGCCGCCG	AACA		

Abb. 10C

				•
				•
			,	
-		1-1		
 	-			

INTERNATION IBB BOOK		WO 07/17027
(51) Internationale Patentklassifikation 6:		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/17937
C12N 15/86, A61K 31/70, 48/00 // C12N 9/02, C07K 14/47, 14/705	A3	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Mai 1997 (22.05.97)
(21) Internationales Artenzelenen	/DE96/021 vember 19 (14.11.	BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, CM, MY, MY, NO, NZ
(30) Prioritätsdaten: 195 42 838.2 17. November 1995 (17. 196 40 630.7 1. Oktober 1996 (01.10. (71)(72) Anmelder und Erfinder: FRANZ,		DE DE RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(71) (72) Anmelder that Ethioler. [DE/DE]; Fasanenring 15b, D-23627 Gross Gro	rönau (DE NN, Thor delberg (D 09 Ratzeb LTENBUI	Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen. (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 17. Juli 1997 (17.07.97)
TREATMENT OF HEART DISORDERS	i	TRUCT, PRODUCTION OF SAME AND USE OF SAME IN THE
BEHANDLUNG VON HERZER Ad-Luc (Negativkontrolle)	KRANKU ITR Ψ	Luc ITR 32.9 kb
Ad-rsvLuc (Positivkontrolle)	Ψ rsv-	Luc 33.5 kb
ITR Ψ Ad-micLuc (Herzmuskel-spezifisch)	mic-2.	Luc 33.7 kb
ITR Ψ Ad-smmhcLuc (Glatte Gefäßmuskulatur-spezifisch)	smmhc:	Luc 34.1 kb
(57) Abstract		
The invention relates to a gene-therapeutic nuc	leic acid	construct containing a regulatory nucleic acid sequence of the 5'-end of the

The invention relates to a gene-therapeutic nucleic acid construct containing a regulatory nucleic acid sequence of the 5'-end of the myosin light chain 2 (MLC-2) heart gene. The regulatory nucleic acid sequence in question is functionally connected to a nucleic acid which codes for a therapeutically active gene product, antisense nucleic acid or ribozyme. Also disclosed is a process for producing the construct and its use in gene therapy for treating heart disorders.

(57) Zusammenfassung

Bei der Erfindung handelt es sich um ein gentherapeutisches Nukleinsäurekonstrukt enthaltend eine regulatorische Nukleinsäuresequenz vom 5'-Ende des Myosin-Leichte-Ketten-2 Gens (MLC-2) des Herzens, die funktionell mit einer Nukleinsäure verbunden ist, die für ein therapeutisch wirksames Genprodukt, für eine antisense Nukleinsäure oder für ein Ribozym kodiert, sowie um ein Verfahren zu dessen Herstellung und die Verwendung zur gentherapeutischen Behandlung von Herzerkrankungen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
ΑU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Norwegen Neuseeland
BF	Burkina Faso	Œ	Irland	PL.	
BG	Bulgarien	IT	Italien		Polen
BJ	Benin	JP	Japan	PT RO	Portugal
BR	Brasilien	KE	Kenya		Rumanien
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR		SE	Schweden
CG	Kongo	KZ	Republik Korea Kasachstan	SG	Singapur
CH	Schweiz	Ll		SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	LK	Liechtenstein	SK	Slowakei
CM	Kamerun		Sri Lanka	SN	Senegal
CN	China	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CS	Tschechoslowakei	LK	Litauen	TD	Tschad
CZ		LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Tschechische Republik Deutschland	LV	Lettland	LI	Tadschikistan
DK		MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
	- Danemark	1111	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

nterr nal Application No PCT/DE 96/02181

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT IPC 6 C12N15/86 C07K14/705

TER A01K31/70

A61K48/00

//C12N 2, C07K14/47,

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 C12N A61K C07K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, vol. 270, no. 39, 1 September 1995, pages 23173-23178, XP002001049 HUNTER J J ET AL: "VENTRICULAR EXPRESSION OF A MLC-2V-RAS FUSION GENE INDUCES CARDIAC HYPERTROPHY AND SELECTIVE DIASTOLIC DYSFUNCTION IN TRANSGENIC MICE"	1,2
Υ	see the whole document	3-19
Y	CARDIOSCIENCE, vol. 5, no. 4, December 1994, LONDON, UK, pages 235-243, XP000673425 WM. FRANZ ET AL.: "Characterization of a cardiac-selective and developmentally upregulated promoter in transgenic mice" cited in the application see the whole document	1-19

Y Further documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed in annex.
"Special categories of cited documents: A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. '&' document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 9 May 1997	Date of mailing of the international search report 20. 05, 97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Hornig, H

Form PCT/ISA/218 (second sheet) (July 1992)

Interr 1al Application No PCT/DE 96/02181

C.(Continu	ation) DOCUMENTS CE	PC1/DE 90/02181
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 44 41 327 C (INST PFLANZENGENETIK UND KULTU) 9 November 1995 see the whole document	1-19
Υ	WO 94 11506 A (ARCH DEV CORP) 26 May 1994 cited in the application see the whole document	1-19
A	J. MOL. CELL CARDIOL., vol. 27, no. 10, October 1995, ACADEMIC PRESS LIMITED, NY, US, pages 2359-2372, XP000673465 S.K. DOUD ET AL.: "Adaptional response in transcription factors during development of myocardial hypertrophy" see the whole document	1-19
A	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, vol. 267, no. 22, 1 January 1992, pages 15875-15885, XP002001050 LEE K J ET AL: "MYOSIN LIGHT CHAIN-2 LUCIFERASE TRANSGENIC MICE REVEAL DISTINCT REGULATORY PROGRAMS FOR CARDIAC AND SKELETAL MUSCLE-SPECIFIC EXPRESSION OF A SINGLE CONTRACTILE PROTEIN GENE" see the whole document	1-19
A	J. BIOL. CHEM., vol. 264, no. 30, 25 October 1989, AM. SOC. BIOCHEM. MOL.BIOL.,INC.,BALTIMORE,US, pages 18142-18148, XP002030651 S.A. HENDERSON ET AL.: "Structure, organization, and expression of the rat cardiac myosin light chain-2 gene" cited in the application see the whole document	1-19
A	MOL. CELL. BIOL., vol. 14, no. 2, February 1994, ASM WASHINGTON, DC,US, pages 1220-1229, XP000673426 K.J. LEE ET AL.: "Positive regulatory elements (HF-la and HF-lb) and a novel negative regulatory element (HF-3) mediate ventricular muscle-specific expression of myosin light-chain 2-luciferase fusion genes in transgenic mice" cited in the application see the whole document	1-19
	-/	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

1

Interv nal Application No PCT/DE 96/02181

C.(Continu	agon) DOCUMENTS (DERED TO BE RELEVANT	Relevant to claim No.
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	reservant to craim 140.
A	CIRCULATION, vol. 92, no. 8, SUPPL. 01, 15 October 1995, page I114 XP002001047 WOBUS A M ET AL: "RETINOIC ACID INDUCES EXPRESSION OF THE VENTRICULAR 2.1 KB MYOSIN-LIGHT-CHAIN-2 PROMOTER DURING IN VITRO CARDIOGENESIS OF EMBRYONIC STEM CELLS" abstract no. 0536 see the whole document	1-19
Α	WO 95 00655 A (MC MASTER UNIVERSITY) 5 January 1995 cited in the application see the whole document	1-19
Α	WO 95 02697 A (RHONE POULENC RORER SA; PERRICAUDET MICHEL (FR); VIGNE EMMANUELLE) 26 January 1995 see the whole document	1-19
A	WO 95 23867 A (RHONE POULENC RORER SA; DENEFLE PATRICE (FR); LATTA MARTINE (FR);) 8 September 1995 cited in the application see the whole document	1-19
P,X	THIRD MEETING OF THE EUROPEAN WORKING GROUP OF HUMAN GENE TRANSFER AND THERAPY, BARCELONA, SPAIN, NOVEMBER 17-20, 1995. GENE THERAPY 2 (SUPPL. 1). 1995. S18. ISSN: 0969-7128, XP002030652 ROTHMANN T ET AL: "Heart muscle-specific gene expression using replication defective recombinant adenovirus." abstract no. 66 see abstract	1-19
P,X	GENE THERAPY, vol. 3, no. 10, October 1996, MACMILLAN PRESS, UK, pages 919-926, XP000673471 T. ROTHMANN ET AL.: "Heart muscle specific gene expression using replication defective recombinant adenovirus" see the whole document	1-19
·		*

1

.ormation on patent family members

Intern val Application No PCT/DE 96/02181

		.,0.,0.	20/02101
Patent document cited in search report	Publication date	Patent faming member(s)	Publication date
DE 4441327 C	09-11-95	WO 9616163 A	30-05-96
WO 9411506 A	26-05-94	AU 5609394 A	08-06-94
		CA 2149771 A	26-05-94
		EP 0668913 A	30-08-95
		JP 8506008 T	02-07-96
WO 9500655 A	05-01-95	AU 7118494 A	17-01-95
		CA 2166118 A	05-01-95
		EP 0705344 A	10-04-96
WO 9502697 A	26-01-95	FR 2707664 A	20-01-95
		FR 2718749 A	20-10-95
		AU 7264694 A	13-02-95
		CA 2144040 A	26-01-95
		CN 1113390 A	13-12-95
		CZ 9500639 A	15-11-95
		EP 0667912 A	23-08-95
		FI 951138 A	13-04-95
	•	HU 72558 A	28-05-96
		JP 8501703 T	27-02-96
		NO 950939 A	10-03-95
		NZ 269156 A	26-03-96
		PL 308122 A SK 31295 A	24-07-95 08-05-96
		ZA 9405012 A	20-02-95
		ZA 3403012 A	20-02-95
WO 9523867 A	08-09-95	FR 2716893 A	08-09-95
		AU 18 5 2695 A	18-09-95
		CA 2184113 A	08-09-95
		EP 0748385 A	18-12-96
		ZA 9501803 A	09-01-96

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

nales Aktenzeichen PCT/DE 96/02181

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANI IPK 6 C12N15/86 C07K14/705

UNGSGEGENSTANDES 61K31/70 A61K48/00

//C12 02,C07K14/47,

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprufstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 C12N A61K C07K

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüstoff gehörende Veröfsentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegnffe)

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, Bd. 270, Nr. 39, 1.September 1995, Seiten 23173-23178, XP002001049 HUNTER J J ET AL: "VENTRICULAR EXPRESSION OF A MLC-2V-RAS FUSION GENE INDUCES CARDIAC HYPERTROPHY AND SELECTIVE	1,2
Y	DIASTOLIC DYSFUNCTION IN TRANSGENIC MICE" siehe das ganze Dokument	3-19
Y	CARDIOSCIENCE, Bd. 5, Nr. 4, Dezember 1994, LONDON, UK, Seiten 235-243, XP000673425 WM. FRANZ ET AL.: "Characterization of a cardiac-selective and developmentally upregulated promoter in transgenic mice" in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	1-19

'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen	 T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zumVerständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindur kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit berühend betrachtet werden Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindur kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit berühend betrachtet Erfindur kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit berühend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 9. Mai 1997	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 20. 05, 97
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europaisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni, Faxc (+ 31-70) 340-3016	Bevollmachugter Bediensteter Hornig, H

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

Siehe Anhang Patentfamilie

Inter nales Aktenzeichen
PCT/DE 96/02181

Ciliana		96/02181			
C.(Fortsetzung) ALS WESENTLIG GESEHENE UNTERLAGEN Kategorie* Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile Betr. Anspruch Nr.					
		Betr. Anspruch Nr.			
Υ	DE 44 41 327 C (INST PFLANZENGENETIK UND KULTU) 9.November 1995 siehe das ganze Dokument	1-19			
Υ	WO 94 11506 A (ARCH DEV CORP) 26.Mai 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	1-19			
A	J. MOL. CELL CARDIOL., Bd. 27, Nr. 10, Oktober 1995, ACADEMIC PRESS LIMITED, NY, US, Seiten 2359-2372, XP000673465 S.K. DOUD ET AL.: "Adaptional response in transcription factors during development of myocardial hypertrophy" siehe das ganze Dokument	1-19			
A	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY, Bd. 267, Nr. 22, 1.Januar 1992, Seiten 15875-15885, XP002001050 LEE K J ET AL: "MYOSIN LIGHT CHAIN-2 LUCIFERASE TRANSGENIC MICE REVEAL DISTINCT REGULATORY PROGRAMS FOR CARDIAC AND SKELETAL MUSCLE-SPECIFIC EXPRESSION OF A SINGLE CONTRACTILE PROTEIN GENE" siehe das ganze Dokument	1-19			
A	J. BIOL. CHEM., Bd. 264, Nr. 30, 25.0ktober 1989, AM. SOC. BIOCHEM. MOL.BIOL., INC., BALTIMORE, US, Seiten 18142-18148, XP002030651 S.A. HENDERSON ET AL.: "Structure, organization, and expression of the rat cardiac myosin light chain-2 gene" in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	1-19			
A	MOL. CELL. BIOL., Bd. 14, Nr. 2, Februar 1994, ASM WASHINGTON, DC,US, Seiten 1220-1229, XP000673426 K.J. LEE ET AL.: "Positive regulatory elements (HF-1a and HF-1b) and a novel negative regulatory element (HF-3) mediate ventricular muscle-specific expression of myosin light-chain 2-luciferase fusion genes in transgenic mice" in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	1-19			
	-/				
-					

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

Inten nales Aktenzeichen
PCT/DE 96/02181

C.(Fortsetzu	ng) ALS WESENTLIC GESEHENE UNTERLAGEN	
Kategorie"	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CIRCULATION, Bd. 92, Nr. 8, SUPPL. 01, 15.0ktober 1995, Seite I114 XP002001047 WOBUS A M ET AL: "RETINOIC ACID INDUCES EXPRESSION OF THE VENTRICULAR 2.1 KB MYOSIN-LIGHT-CHAIN-2 PROMOTER DURING IN VITRO CARDIOGENESIS OF EMBRYONIC STEM CELLS" abstract no. 0536 siehe das ganze Dokument	1-19
A	WO 95 00655 A (MC MASTER UNIVERSITY) 5.Januar 1995 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	1-19
A	WO 95 02697 A (RHONE POULENC RORER SA; PERRICAUDET MICHEL (FR); VIGNE EMMANUELLE) 26.Januar 1995 siehe das ganze Dokument	1-19
A	WO 95 23867 A (RHONE POULENC RORER SA; DENEFLE PATRICE (FR); LATTA MARTINE (FR);) 8.September 1995 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument	1-19
P,X	THIRD MEETING OF THE EUROPEAN WORKING GROUP OF HUMAN GENE TRANSFER AND THERAPY, BARCELONA, SPAIN, NOVEMBER 17-20, 1995. GENE THERAPY 2 (SUPPL. 1). 1995. S18. ISSN: 0969-7128, XP002030652 ROTHMANN T ET AL: "Heart muscle-specific gene expression using replication defective recombinant adenovirus." abstract no. 66 siehe Zusammenfassung	1-19
P,X	GENE THERAPY, Bd. 3, Nr. 10, Oktober 1996, MACMILLAN PRESS, UK, Seiten 919-926, XP000673471 T. ROTHMANN ET AL.: "Heart muscle specific gene expression using replication defective recombinant adenovirus" siehe das ganze Dokument	1-19
-		

1

Angaben zu Veröffentlicht. .n, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter males Aktenzeichen PCT/DE 96/02181

		(01)	L 30/02101
Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffendichung	Mitglied(er) Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4441327 C	09-11-95	WO 9616163 A	30-05-96
WO 9411506 A	26-05-94	AU 5609394 A	08-06-94
		CA 2149771 A	26-05-94
		EP 0668913 A	30-08-95
		JP 8506008 T	02-07-96
WO 9500655 A	05-01-95	AU 7118494 A	17-01-95
		CA 2166118 A	05-01-95
		EP 0705344 A	10-04-96
WO 9502697 A	26-01-95	FR 2707664 A	20-01-95
		FR 2718749 A	20-10-95
		AU 7264694 A	13-02-95
		CA 2144040 A	26-01-95
		CN 1113390 A	13-12-95
		CZ 9500639 A	15-11-95
		EP 0667912 A	23-08-95
		FI 951138 A	13-04-95
		HU .72558 A	28-05-96
		JP 8501703 T	27-02-96
		NO 950939 A	10-03-95
		NZ 269156 A	26-03-96
		PL 308122 A	24-07-95
		SK 31295 A	08-05-96
		ZA 9405012 A	20-02-95
WO 9523867 A	08-09-95	FR 2716893 A	08-09-95
		AU 1852695 A	18-09-95
		CA 2184113 A	08-09-95
		EP 0748385 A	18-12-96
		ZA 9501803 A	09-01-96

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)